

# 绦虫的染色体研究\*

刘国章 何麟

(第一军医大学寄生虫学教研室, 广州)

绦虫 (Cestode) 是营寄生生活的一种雌雄同体的寄生蠕虫。绦虫病是人兽共患的一种较严重的寄生虫病。

绦虫染色体的研究, 作为绦虫的系统发生, 分类, 生殖方式和亲缘关系, 以及遗传防治都有实际意义。绦虫的分类, 至今仍比较混乱, 仅依靠虫体的形态学特点作为分类的依据, 显然是不够的。因此, 采用细胞遗传学的手段, 从细胞水平——染色体来鉴定绦虫种类, 这就比较客观地反映出绦虫种类之本质, 以细胞遗传学的特征, 作为绦虫分类的主要手段, 也是有价值的。

国外从本世纪初开始了绦虫染色体的研究, 但几十年来进展缓慢, 文献报道不多。本文就国外开展绦虫类染色体研究状况, 综述如下。

## 一、绦虫的染色体

率先开展绦虫染色体研究的学者是 Child (1904)。Child (1907) 首次报告了裸头科的扁平莫氏绦虫 (*Moniezia planissima*) 染色体数目是  $2n = 12$ 。继之有许多学者开展了绦虫染色体的研究工作。据查阅到的文献统计, 美国、苏联、日本、印度、芬兰、加拿大和澳大利亚等七个国家约 30 多位学者曾经或正在从事开展绦虫染色体研究。坂口祐一 (1977) 统计, 有 33 种绦虫报道了染色体数目。至 1984 年, 又增加到 48 种 (坂口祐二, 1984)。五十年代以前, 主要是美国学者从事此项工作。从六十年代初开始, 才有其它国家的学者参与这项研究。其中, 美国学者 Jones 的工作尤为突出, 共报道了 21

种绦虫的染色体数目。

至 1986 年底, 已有 10 个科, 54 种绦虫曾报道染色体数目。54 种绦虫染色体数目、核型特点及报告者和发表年代 (见表 1)。

从表所示, 绦虫的染色体数目, 大部分都在 10—20 ( $2n$ ) 范围, 占虫种总数的 87.17%。染色体数目最多的是日本对线带绦虫 (*Amphilina japonica*)  $2n = 30—40$ 。其次是不等线带绦虫 (*Nematotaenia dispar*)  $2n = 28$  和曼氏迭宫绦虫 (*Spirometra mansoni*)  $3n = 27$ 。最少数目的是厄氏囊宫绦虫 (*Diepis unolula*)  $2n = 8$ 。可见, 绦虫染色体数目变化范围不太大, 较为恒定。

膜壳科、膜壳属的 10 种膜壳绦虫中, 仅鼠型短膜壳绦虫 (*Hymenolepis fraterna*) 的染色体数是  $2n = 10$ , 其余 9 种均为  $2n = 12$ 。裂头科的 5 种绦虫, 染色体的单倍体都同样是  $n = 9$ , 核型有二倍体型和三倍体型二种。

附表中还可以看出, 绦虫染色体的整倍性有三种形式: 一是单倍体 ( $n$ ), 只有线带科的丝状柏尔绦虫 (*Baerietta desmognathi*)。二是二倍体 ( $2n$ ), 有 51 种绦虫。三是三倍体 ( $3n$ ), 有 2 种绦虫。可见绦虫也和其它生物一样, 绝大多数染色体数目是二倍体核型 ( $2n$ ), 单倍体和三倍体只是少数。从文献报道分析, 绦虫染色体形态普遍比较短小, 多呈棒状。染色体长约  $0.5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ 。

\* 承蒙日本国熊本大学医学院坂口祐二博士提供部分文献资料, 谨致谢意。

表1 目前已报告的绦虫染色体核型

虫名	核型	报告者	发表年代
Cyclophyllidea (园叶目)			
一. Hymenolepididae (膜壳科)			
1. 缩小膜壳绦虫 <i>Hymenolepis diminuta</i>	$2n = 12$	Jones, A. W.	1945
缩小膜壳绦虫 <i>Hymenolepis diminuta</i>	$2n = 12$	Douglas, L. T.	1962
缩小膜壳绦虫 <i>Hymenolepis diminuta</i>	$2n = 12$	Kisner, R. L.	1957
2. 鼠型短膜壳绦虫 <i>H. fraterna</i>	$2n = 10$ 2M + 8Sm	Jones, A. W.	1945
3. 短膜壳绦虫 <i>H. nana</i>	$2n = 12$	Jones, A. W. et al	1951
4. 安氏膜壳绦虫 <i>H. anthocephalus</i>	$2n = 12$ 2Sm + 10St	Jones, A. W.	1945
5. <i>H. serpentulua sturni</i>	$2n = 12$ 8M + 2Sm + 2T	Jones, A. W.	1945
<i>H. serpentulua sturni</i>	$2n = 12$	Monaloy	1972
6. <i>H. S. turdi</i>	$2n = 12$ 8M + 4St	Jones, A. W.	1945
<i>H. S. turdi</i>	$2n = 12$	Monaloy	1972
7. 小口膜壳绦虫 <i>H. microstoma</i>	$2n = 12$	Hossain, M. M. et al	1969
小口膜壳绦虫 <i>H. microstoma</i>	$2n = 12$ 12T	Proffitt, M. R. et al	1969
8. 塞氏膜壳绦虫 <i>H. citelli</i>	$2n = 12$	Ward, E. J.	1981
塞氏膜壳绦虫 <i>H. citelli</i>	$2n = 12$	Monaloy	1972
9. 法氏膜壳绦虫 <i>H. jarceimnasa</i>	$2n = 12$	Monaloy	1972
10. 膜壳绦虫 <i>H. sp.?</i>	$2n = 12$	Monaloy	1972
11. 拉氏双睾绦虫 <i>Diorchis ralli</i>	$2n = 10$ 4M + 2Sm + 4T	Jones, A. W.	1945
12. 列氏双睾绦虫 <i>D. reynoldai</i>	$2n = 10$ 2Sm + 8St	Jones, A. W.	1945
13. 单睾绦虫 <i>Aploparaksis sp.?</i>	$2n = 12$	Jones, A. W.	1945
14. <i>Protogynella Biarinae</i>	$2n = 10$	Jones, A. W.	1945
二. Taeniidae (带科)			
15. 巨颈绦虫 <i>Taenia taenaeformis</i>	$2n = 16$	Jones, A. W.	1956
16. 牛肉绦虫 <i>T. saginatae</i>	$2n = 20$	Jones, A. W.	1957
17. 豆状带绦虫 <i>T. pisiformis</i>	$2n = 20$	Jones, A. W.	1956
18. 肥头绦虫 <i>T. crassiceps</i>	$2n = 18?$	Bilquees	1968
19. 阿斯绦虫 <i>T. aassiceps</i>	$2n = 14?16?$	Smyth, J. D.	1972
20. 细粒棘球绦虫 <i>Echinococcus granulosus</i>	$2n = 18$	Smyth, J. D.	1972
21. 多房棘球绦虫 <i>E. multilocularis</i>	$2n = 18$ 6M/Sm + 12T	Rausch, V. R.	1981
三. Mesocestoididae (中殖孔科)			
22. 科氏中殖孔绦虫 <i>Mesocestoides cori</i>	$2n = 14$ 10M + 4Sm	Raghunathan, L	1974
四. Dipledidae (囊官科)			
23. 球形无钩带绦虫 <i>Anochaenia glodata</i>	$2n = 12$ 4M + 6T + 2St	Jones, A. W.	1945
24. <i>Rhabdometra similis</i>	$2n = 12$ 6T + 4M + 2St	Jones, A. W.	1945
25. <i>Liga brsiliensis</i>	$2n = 14$	Jones, A. W.	1945
26. 大复孔绦虫 <i>Dipylidium caninum</i>	$2n = 10$	Jones, A. W.	1945
大复孔绦虫 <i>Dipylidium caninum</i>	$2n = 16$ 4Sm + 12T	Bovt, V. D.	1973
27. 无钩带绦虫 <i>Anochaenia sp.?</i>	$2n = 16$	Jones, A. W.	1945
28. 漏斗带绦虫 <i>Choanotaenia (Monopylidium)</i>	$2n = 16$ 12Sm + 4St	Jones, A. W.	1945
29. 厄氏囊官绦虫 <i>Diepis unolula</i>	$2n = 8$	Orgen	1962
五. Nematotaenidae (线带科)			
30. 丝状柏尔绦虫 <i>Baerietta desmognathi</i>	$n = 8$	Douglas, L. T.	1957
31. 丝状柏尔绦虫 <i>Baerietta desmognathi</i> (2nd race)	$2n = 16$	Douglas, L. T.	1957
32. 不等线带绦虫 <i>Nematotaenia dispar</i>	$2n = 28$	Vijayaraghavan, S	1980
六. Anoplcephalidae (裸头科)			
33. <i>Aritellina centripunctata</i>	$2n = 8$	Gough	1911
34. 巢瓣绦虫 <i>Oochoristica sp.?</i>	$2n = 10$	Jones, A. W.	1945
35. 扩张莫氏绦虫 <i>Moniezia expansa</i>	$2n = 12$	Child	1907

表 1(续)

虫 名	核 型	报 告 者	发表年代
扩张莫氏绦虫 <i>Moniezia expansa</i>	2n=12	Richards	1911
36扁平莫氏绦虫 <i>M. planissima</i>	2n = 12	Child	1911
七. Davaineidae (戴文科)			
37. 原体节戴文绦虫 <i>Davainea proglottina</i>	2n = 18 18T	Jones, A. W.	1951
八. Proteocephalidae (原头科)			
38. 多睾棘带绦虫 <i>Acanthotaenia multitesticulata</i>	2n = 14	Vijayaraghavan, S	1980
九. Caryophyllidae (石竹绦虫科)			
39. <i>Atractolytocestus huronensis</i>	3n = 24 12M + 12T	Jones, A. W.	1969
40. <i>Glaridacris laruei</i>	2n = 16 6M + 2Sm + 8T	Grey, A. J. et al	1974
41. <i>G. catostomi</i>	2n = 20 16M + 4St	Grey, A. J. et al	1980
42. <i>Hunterella nodulosa</i>	2n = 14 6M + 2Sm + 6T	Grey, A. J. et al	1969
43. <i>Adenoscolex oreini</i>	2n = 20	Raina, M. K.	1979
44. <i>Archigetes appendiculatus</i>	2n = 18	Motomura	1929
45. 印度纽绦虫 <i>Lytocestus indicus</i>	2n = 16	Vijayaraghavan, S	1977
Pasudophyllidae (假叶目)			
十. Diphyllbothriidae (裂头科)			
46. 洞裂头绦虫、曼氏迭宫绦虫 <i>Diphyllbothrium erinacet</i>	3n = 27 3Sm + 12St + 12T	佐佐田勝義	1978
47. 熊状裂头绦虫 <i>D. ursei</i>	2n = 18	Wolcott, G. B.	1959
熊状裂头绦虫 <i>D. ursei</i>	2n = 18	Wikgren B-J.P. et al	1965
48. 口形裂头绦虫 <i>D. osmeri</i>	2n = 18 14M + 4Sm	Wikgren, B-J. P.	1965
49. 枝形裂头绦虫 <i>D. dendriticum</i>	2n = 18	Wikgren, B-J. P.	1965
50. 阔节裂头绦虫 <i>D. latum</i>	2n = 18	Wikgren, B-J. P.	1965
51. 斯扩裂头绦虫 <i>Bothriocephalus scorpii</i>	2n = 12	Batitor, A. A.	1978
Amphilinidae (对线目)			
52. 日本对线绦虫 <i>Amphilina japoicn</i>	2n = 34 - 40?	Bazitor, A. A. et al	1979
分类地位待定的绦虫			
53. 梅氏对殖绦虫 <i>Cotugnia meggitti</i>	2n = 20	Gupta & Creval	1968
54. <i>Lacistorhynchus tenuis</i>	2n = 16	Jones, A. W.	1954

## 二、绦虫的核型和染色体分带

已作染色体研究的 54 种绦虫中, 有 20 种绦虫作了核型分析。绦虫染色体着丝粒的位置, 可分为中央、亚中、亚端和端部着丝粒等四种类型。其中小口膜壳绦虫 (*Hymenolepis microstoma*) 和原体节戴文绦虫 (*Davainea proglottina*) 的染色体全为端部着丝粒型。

绦虫染色体分带技术, 应用甚少, 几乎尚未开展。目前仅见到多房棘球绦虫 (*Echinococcus multilocularis*) 报道了 G 分带。

## 三、绦虫的三倍体与单性生殖

绦虫染色体核型为三倍体的有二种。这两

种绦虫, 经报告者多次重复用幼虫的体细胞和成虫的卵巢、睾丸及卵黄腺等细胞进行染色体研究, 实验结果均为三倍体。从而证实了这两种绦虫属于自然种类的三倍体。Jones (1969) 等人认为, 虽然绦虫染色体的三倍体形成机理不太清楚, 但是, 很可能是二个精子同时进入一个卵细胞, 通过双受精卵在减数分裂时, 而形成三倍体的合子。佐佐田勝義 (1978) 则提出, 在三倍体的绦虫中是看不到正常的精巢成熟分裂相的, 所以几乎观察不到精子形成过程。卵壳内的初级卵母细胞内不存在精子, 而且初级卵母细胞形成的染色体数目是不对称的。李国珍 (1985) 认为, 生物中的同源三倍体的出现, 大多数是因为减数分裂不正常, 可能没有减数的

卵细胞与正常精子受精而形成的。也有的学者认为,依靠两性(雌、雄)的生殖方式产生二倍体是不太可能的。凡是三倍体的自然种群,都属于单性生殖或孤雌生殖(parthenogenesis)。即由未受精卵发育而来的个体。孤雌生殖是有性生殖的一种特殊形式。据周洪福(1985)报道,孤雌生殖现象几乎存在于整个动物界中。孤雌生殖的方式,可分为五种:1.产雄孤雌生殖;2.产雌孤雌生殖;3.产两性孤雌生殖;4.专性产雌孤雌生殖;5.产雄孤雌生殖雌核发育。绦虫是属雌雄同体的寄生虫,可能属于产两性孤雌生殖。(deuterotoky)绦虫的未受精卵兼发育为雌性和雄性两套生殖系统。

#### 四、绦虫染色体标本的制作方法

六十年代之前,绦虫染色体标本的制作,多采用压片法和切片法,用孚尔根(Feulgen)染色观察。虽然上述两种方法能得到染色体标本,但比较难于得到分散良好的中期分裂相。自从 Rothfels(1958)采用空气干燥法技术研究哺乳类动物染色体以来,这项技术已广泛地应用于各类动物染色体的研究。六十年代中期,Proffitt 和 Jones(1969)把哺乳类动物染色体散开的方法应用于绦虫染色体研究之后,使绦虫染色体标本的制作,有了长足的进步。

绦虫染色体标本制作的主要步骤,归纳如下程序。1.活的虫体用 BSS 液(Balanced Salt Solution)漂洗干净后,用 BSS 液培养,内加秋水仙素最终浓度为  $10^{-4}M$ ,  $37^{\circ}C$  连续培养 3 小时。2.将虫体移至载玻片上,滴加 BSS 液数滴,盖上盖玻片,均匀用力压片。3.揭开玻片,把压出来的细胞吸入离心管内,组织块仍留在玻片上。重复上述过程,至少 5—6 次。4.收获的细胞悬液,离心沉淀。5.蒸馏水低渗,  $37^{\circ}C$  条件下孵育 10 分钟。6. Carnoy's 液固定 30 分钟。最后用新配制的固定液,制成细胞悬液,滴于预冷的载玻片上,空气干燥。7. Giemsa 染色。

Raghunathan(1974)把 Proffitt 和 Jones(1969)的方法经过改良后,其实验结果表明,

秋水仙素浓度以每 10 ml 培养液加 0.01% 秋水仙素 1 ml 较为合适。0.01% 秋水仙素在  $37^{\circ}C$  孵育 6 小时与 0.02% 秋水仙素培养 2—3 小时,效果是一样的。

Proffitt(1966)指出,绦虫组织内含有大量的石灰质细胞,它能影响染色体的固定和分散。Anderso(1953)也认为,绦虫组织中的钙离子是明显不利于染色体标本制作的。

#### 五、结束语

绦虫类的细胞遗传学研究,近年来国外已有较多的研究,国内报道尚少(刘国章等 1986, 1987, 1988 均有报道)。绦虫种类很多,据统计达 1,500 种以上。目前仅研究了 54 种,染色体研究仅是刚开始。再者,具有相同染色体数目的绦虫种类仍较普遍,尤其是在同一属的种类,这就很有必要进一步运用染色体的分带技术,作各种分带研究,以区别它们的种间差异。

今后,可借鉴人类和哺乳动物染色体研究的好方法,对进一步开展我国的绦虫染色体的核型(karyotype)和带型(banding pattern)的研究,以期采用核型分类学(karyotaxonomy)的手段,在绦虫的分类、生殖方式和亲缘关系上,定会有很大的帮助。

#### 参 考 文 献

- 李国珍 1985 染色体及其研究方法: 科学出版社 49。  
周洪福 1985 革螨的细胞遗传(综述) 遗传 7(1): 43—45。  
坂口祐二 1977 寄生蠕虫の染色体研究の現状 寄生虫学雑誌 26(4): 4。  
—— 1984 寄生蠕虫の染色体に関する最近の研究 寄生虫学雑誌 33(2): 72。  
佐佐田勝義 1978 寄生蠕虫類の染色体に関する研究(11) マンソン裂頭条虫における染色体の三倍性および単为生殖の細胞学的機構 寄生虫学雑誌 27(6): 547—560。  
—— 1979 マンソン裂頭条虫の染色体および配偶子形 寄生虫学雑誌 28(1): 30。  
Batitor, A. A. 1978 Spermatogenesis in the cestodes Bothriocephalus scorpii. *Biologiya Marya, Vladivostok* 92: 87—91。  
Bovt, V. D. 1973 Karyotypical features of the cestode Dipylidium caninum. *Zoologicheskii zhurnal*. 52(11): 1607。  
Douglas, L. T. 1961 Somatic pairing of chromosomes in

- normal and mutant strains of *Hymenolepis diminuta*. *J. Parasitol.* 47(4): 54.
- 1962 Experimental studies on morphological variations in the cestode genus *Hymenolepis*. VI. Somatic pairing of chromosomes in normal and mutant strains of *Hymenolepis diminuta*. *Exp. Parasitol.* 12(2): 134—154.
- Grey, A. J. et al. 1974 Chromosomes of the caryophyllidean tapeworm *Glaridaeris laruei*. *Exp. Parasitol.* 36(2): 159—166.
- et al. 1980 Chromosomes of caryophyllidean cestodes: Diploidy, triploidy, and parthenogenesis in *Glaridaeris catostomi*. *Int. J. Parasitol.* 10(5): 395—407.
- Gresson, R. A. R. 1962 Spermatogenesis of a cestode. *Nature* 194: 397—398.
- Hossain, M. M. et al. 1963 The chromosomes of *Hymenolepis microstoma*. *J. Parasitol.* 49(2): 305—307.
- Jones, A. W. 1945 Studies in cestode cytology. *J. Parasitol.* 31(4): 213—235.
- et al. 1945 The application of cytological techniques to cestodes and other helminth material. *J. Parasitol.* 31(suppl): 16.
- 1951 The chromosome of *Davainea proglottina*. *Tr. Am. Micr. Soc.* 70: 272—273.
- et al. 1965 The chromosomes of *Hydatigera taeniaeformis* and *Taenia pisiformis*. *J. Parasitol.* 42(2): 207.
- et al. 1957 The chromosomes of *Taeniarthynchus saginatus*. *J. Parasitol.* 43(1): 115.
- et al. 1969 Naturally occurring triploidy and parthenogenesis in *Atractolytocestus huronensis* Anthony from cyprinus carpiol in north america. *J. Parasitol.* 55(6): 1105—1118.
- Kisner, R. L. 1957 The chromosomes of *Hymenolepis diminuta*. *J. Parasitol.* 43(3): 494—495.
- Mackiewicz, J. S. et al. 1969 The chromosomes of *Hymenolepis microstoma*. *Proc. Helminth. Soc. Wash.* 36(1): 126—131.
- Proffitt, M. R. et al. 1966 Application of methode for mammalian chromosome spreads to the cells of cestodes. *Stain Technology.* 41(3); 159—163.
- 1969 Chromosome analysis of *Hymenolepis Microstoma*. *Exp. Parasitol.* 25: 72—84.
- Raina, M. K. 1979 Chromosome number in *Adenoscolex oreini*. *CIS* 27: 5—6.
- Raghunathan, L. et al. 1974 Chromosome analysis of *Mesocestoides corti*. *J. Parasitol.* 60(3): 558—560.
- Rausch, V. R. et al. 1981 The karyotype of *Echinococcus multilocularis*. *Can. J. Genet. Cytol.* 23(1): 151—154.
- Rothfels, K. H. et al. 1958 An air drying technique for flattening chromosomes in mammalian cells grown in vitro. *Stain Technology.* 33: 73—77.
- Smyth, J. D. 1962 The chromosome number of *Echinococcus granulosus*. *J. Parasitol.* 48(4): 544.
- Vijayarghavan, S. et al. 1977 Chromosome number of the cestode *Lytocestus indicus*. *Current Sci.* 46(9): 312—313.
- 1980 The chromosome of *Nematotaenia dispat*. *Rivista di Parasitologia.* 41(3): 371—375.
- 1980 Some aspects of chromosome cytology in the cestode *Acanthotaenia multitesticulata*. *Zeitschrift für Parasitenkd.* 63(1): 65—70.
- Walton, A. C. 1959 Some parasites and their chromosome. *J. Parasitol.* 45(1): 1—20.
- Ward, E. J. et al. 1981 Karyotype of *Hymenolepis citelli*. *Can. J. Genet. and Cytol.* 23(3): 449—452.
- Wikgren, BO-J. P. et al. 1965 The chromosomes of somatic cells of three *Diphyllobothrium* species, with notes on the mode of cell division. *Acta. Acad. Aboensis. Ser. B.* 25(1): 1—12.
- Wolcott, G. B. 1959 The chromosome of *Diphyllobothrium ursi*. *J. Parasitol.* 45: 378—384.